

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Maultzsch, Matthias

Dünnschichtige Spritzmörtel – Materialien für geringer feste Untergründe

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105497>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

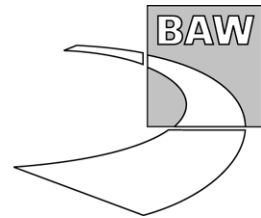
Maultzsch, Matthias (2004): Dünnschichtige Spritzmörtel – Materialien für geringer feste Untergründe. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Instandsetzung von Wasserbauwerken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 41-46.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





Dir. u. Prof. Dr.-Ing. M. Maultzsch, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin
Dünnschichtige Spritzmörtel – Materialien für geringer feste Untergründe –

Einleitung

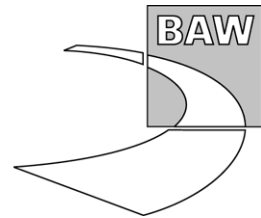
Nach Untersuchungen der BAW an über 140 Bauwerken bzw. Bauteilen in ihrem Zuständigkeitsbereich, die vorwiegend in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts erstellt worden waren, gehören 23 % der Altbetonklasse A2 und 35 % der Altbetonklasse A3 an. Diese Bauwerke weisen häufig oberflächennahe Schäden auf, die eine Instandsetzung, nicht aber einen Ersatzbau erforderlich machen. Hierfür bietet sich das Aufbringen von Spritzbeton-Schichten an, die nach dem neuen Regelwerk als unbewehrte dünnschichtige Instandsetzungen mit Spritzmörtel/Spritzbeton mit bis zu 6 cm Dicke klassifiziert sind (ZTV-W 219 Abschnitt 5).

Für die Instandsetzung höherfester Betone stehen Spritzmörtel und Spritzbetone mit und ohne Kunststoffzusatz zur Verfügung, die ursprünglich für den Brücken- und Ingenieurbau entwickelt wurden und sich größtenteils auch für den Wasserbau einsetzen lassen. Aufgrund ihres hohen Zementanteils und günstiger Sieblinie weisen sie ein dichtes Gefüge auf, das nicht nur zu hoher Dauerhaftigkeit und Festigkeit, sondern auch zu einem hohen Elastizitätsmodul um 35 GPa führt. Erfahrungsgemäß eignen sich derartige Spritzmörtel und –betone nicht für die dauerhafte Instandsetzung schwächerer Betone, deren Elastizitätsmodul nach der erwähnten Untersuchung überwiegend bei 18 – 25 GPa liegt. Die aus den gemessenen Spaltzugfestigkeitswerten abzuschätzende Zugfestigkeit liegt bei 0,8 – 2,0 MPa, korrelierend mit der Druckfestigkeit.

Anforderungen und Beanspruchungen

Die Spritzbetonschicht soll einen dauerhaften Verbund mit dem Altbeton eingehen, der durch Beanspruchungen aus Temperatur und Feuchtigkeit nicht beeinträchtigt werden darf. Nach bisherigem Kenntnisstand wird dies am besten durch eine Angleichung der physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Spritzbetons an die des Untergrundes erreicht, d.h.: niedrige Festigkeit, niedriger E-Modul, angepasste thermische Dehnung. Zugleich aber soll die Instandsetzungsschicht den mechanischen, chemischen und physikalischen Beanspruchungen aus äußeren Einwirkungen standhalten. Im Unterwasserbereich beschränken sie sich auf die Einwirkung von Süß- oder Meerwasser bei nur wenig sich ändernden Temperaturen oberhalb der Frostgrenze. Im Überwasserbereich wirken die wechselnden Umgebungstemperaturen und wechselnde Luftfeuchte ein, wozu als extreme Beanspruchung die Aufheizung der Oberfläche durch Sonneneinstrahlung auf 40...60 °C und plötzliche Abkühlung durch Schlagregen, ca. 4 °C treten kann. Frosteinwirkung im Winter dürfte nur im Falle einer Durchfeuchtung des Spritzbetons ein Schadensrisiko sein.

Die kritischsten Beanspruchungen sind in der Wasserwechselzone zu erwarten. Bei sommerlicher Witterung wird der oberflächennahe Bereich in fortwährendem Wechsel von lang-



samer Erwärmung mit Austrocknung und rascher Abkühlung mit Befeuchtung belastet. Bei winterlicher Witterung können Gefrieren in Luft und Auftauen mit Wasser im Wechsel auftreten, d.h. eine langsame Abkühlung unter den Gefrierpunkt und eine rasche Erwärmung durch Wasser. Bei Meerwasserbauten ist zusätzlich eine mögliche Wirkung des Salzgehaltes in die Betrachtungen einzubeziehen.

Nachweis der Eignung

Die aus den Anforderungen abzuleitenden Eigenschaften des Spritzbetons stehen teilweise zueinander im Widerspruch. Daher sollen in einer Grundsatzuntersuchung in der BAM, die maßgeblich von der BAW unterstützt wird und in die auch Spritzmörtelhersteller einbezogen sind, wirklichkeitsnahe Beanspruchungen auf gespritzte Verbundproben einwirken und die Ergebnisse mit Stoffkennwerten in Beziehung gesetzt werden.

Für die Verbundproben sind zunächst geeignete Grundkörper zu konzipieren, die die Altbetonklassen A2 und A3 hinreichend repräsentieren. Die Betone weisen in der Praxis ein sehr großes Größtkorn auf. Andererseits ist für reproduzierbare Prüfergebnisse wie z.B. die Abreiß- bzw. Zugfestigkeit an Bohrkernen eine feinere Körnung günstiger. Als Kompromiss wird das Größtkorn auf 32 mm begrenzt. Aus betontechnologischen Gründen wird die Sieblinie C32 gewählt. Die für die instand zu setzenden Bauwerke ursprünglich meist verwendeten grob gemahlenen Zemente sind heute nicht mehr am Markt. Ein CEM I 32,5 R dagegen ist überall verfügbar und ermöglicht die Grundkörperherstellung an verschiedenen Orten.

Nach umfangreichen Vorversuchen wurden die in Tabelle 1 wiedergegebenen Rezepturen gefunden. Zusätzlich sind die Frischbeton-Kennwerte angegeben. Die Betone wurden nach dem Entformen bis zum Alter von 7 Tagen unter Wasser und anschließend an Luft gelagert. Hierdurch sollte eine rasche Anfangserhärtung und geringe Nachhydratation erzielt werden. Tatsächlich stiegen die Festigkeitswerte nach 56 Tagen nur noch gering an. Die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung am Würfel im Alter von 28 Tagen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Mit Zementen dreier verschiedener Hersteller, hier als Zement 1 – 3 bezeichnet, sowie Zuschlägen zweier Lieferanten wurden gleiche Festigkeitsergebnisse erzielt. Der statische Elastizitätsmodul, am Zylinder mit 15 cm Durchmesser und 30 cm Höhe gemessen, lag bei 17,7 (A2) bzw. 21,2 (A3) GPa. Nach dem CIF-Test waren die Betone als frostbeständig einzustufen. Rezepturen mit Zusatz von Kalksteinmehl und weiterer Zementgehaltsreduzierung erwiesen sich hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften ebenfalls als geeignet, bestanden aber nicht die Frostprüfung.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen erwiesen sich allerdings der Mischvorgang und die Verdichtung als nicht zu vernachlässigende Einflussgrößen. Daher werden im Merkblatt auch hierzu Empfehlungen ausgesprochen. Eine individuelle Eignungsprüfung ist in jedem Falle erforderlich.

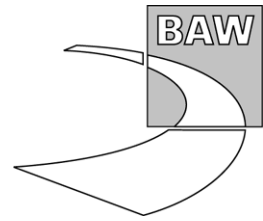


Tabelle 1: Zusammensetzung und Frischbetonkennwerte der Grundkörperbetone A2 und A3

	A2	A3
Zement* (kg/m³)	170	210
Zuschlag** (kg/m³)	1980	1974
Wasser (kg/m³)	150	149
w/c	0,88	0,71
Verdichtungsmaß	ca. 1,25	ca. 1,22
Luftgehalt (%)	ca. 5	ca. 4

*) CEM I 32.5 R

**) Sieblinienbereich C32, Sand/Kies, in mind. 5 getrennten Korngruppen

Tabelle 2: Festigkeit der Grundkörperbetone nach 28 d (in N/mm²)

	A2	A3
Zielfestigkeit	15 ± 3	25 ± 3
Zement 1	15,8	25,5
Zement 2	16,0	22,5
Zement 3	16,1	22,8

Für die Beurteilung des Haftverbundes ist die Abreiß- bzw. Zugfestigkeit die maßgebende Größe. An den Grundkörperbetonen selbst wird zunächst die Abreißfestigkeit ermittelt, die mit der Druckfestigkeit korreliert. Mit steigenden Werten nimmt allerdings auch die Streuung zu. In Bild 1 sind Werte von zahlreichen Grundkörperbetonen, die in der BAM hergestellt wurden, dargestellt. Für die Grundkörper A2 werden Werte um 1 MPa, für A3 Werte um 1,5 MPa gefunden. Diese erfüllen die Anforderungen von 0,8 MPa für A2 und 1,2 MPa für A3 mit hinreichender Sicherheit.

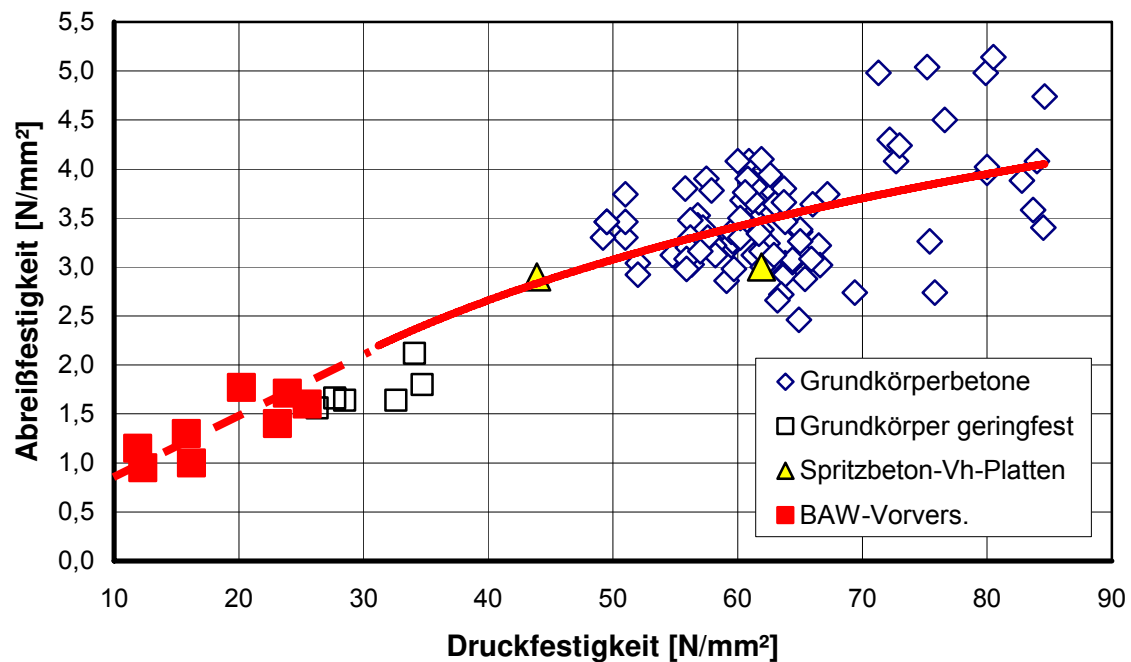
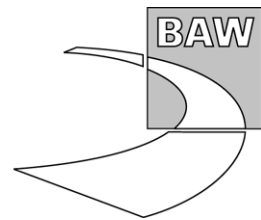
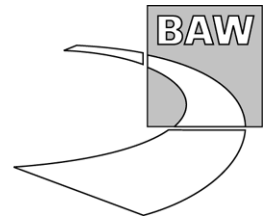


Bild 1: Beziehung zwischen Abreißfestigkeit und Druckfestigkeit von Grundkörperbetonen

Zur Prüfung der thermischen Verträglichkeit einer bis zu 6 cm dicken Spritzbetonschicht mit dem Untergrund sollte dieser möglichst dick sein, um Einflüsse von der Rückseite auszuschließen, und eine möglichst große Ausdehnung der Bindeebene haben, um eventuell auftretende Spannungen wirksam werden zu lassen. Andererseits müssen die Proben noch handhabbar sein. Als Kompromisslösung wurden die Dicke auf 10 cm und eine Längsseite der Grundkörper auf 30 cm festgelegt, wie sie auch in anderen Regelwerken gebräuchlich ist. Die zweite Längsseite soll mit 50 cm der Forderung nach größerer Ausdehnung sich annähern. Immerhin haben diese Probekörper einschließlich der Spritzbetonschicht bereits eine Gesamtmasse von 55 – 60 kg. Die Platten werden auf der geschalteten Seite durch Sandstrahlen aufgeraut und vertikal im Spritzstand befestigt. Der Auftrag des Spritzmörtels bzw. Spritzbetons erfolgt nach der Spezifikation des Herstellers.

Während für S-A4-Mörtel/Betone die Anforderungen aus der RL-SIB gelten, wird für die S-A2- und S-A3-Mörtel/Betone ein niedrigerer Elastizitätsmodul gefordert: ≤ 15 GPa für S-A2 bzw. 15 – 25 GPa für S-A3. Im Rahmen der Grundsatzuntersuchung soll auch die thermische Dehnung ermittelt werden, um festzustellen, ob diese in Verbindung mit dem Elastizitätsmodul hinreichende Beurteilungskriterien für die thermische Verträglichkeit liefern.

Die thermische Verträglichkeit, die für die höherfesten S-A4-Produkte in einer Temperaturschock-Beanspruchung mit gesättigter Tausalzlösung geprüft wird, soll zunächst mit einer wirklichkeitsnahen Beanspruchung ermittelt werden. Für ein entsprechendes Prüfregime laufen derzeit Vorversuche. Entscheidendes Prüfkriterium nach der Beanspruchung wird die Verbundfestigkeit sein, die wegen der Dicke der Spritzbetonschicht im zentrischen Zugver-



such am Bohrkern ermittelt wird. Sollte sich eine zufrieden stellende Korrelation der Gesamtergebnisse mit Stoffkennwerten, wie thermischer Dehnung und Elastizitätsmodul, zeigen, könnte auf die Temperaturwechselbeanspruchung verzichtet werden.

Ausblick

Geprüfte Spritzmörtel oder –betone, die für minderfeste Untergründe geeignet sind, stehen derzeit nicht zur Verfügung. Die ZTV-W 219 zeigt im Abschnitt 5 und im zugehörigen Merkblatt erstmals Wege auf, diese Lücke zu füllen. Die notwendigen Grundsatzuntersuchungen werden zur Zeit durchgeführt. Das erste Produkt hierfür ist in diesen Tagen auf die beschriebenen Grundkörper appliziert worden.

Das Projekt wird in der BAM von Dr.-Ing. C. Kühne, U. Meinhold, Frau Dipl.-Ing. B. Maier und K. Opat durchgeführt und seitens der BAW von Dr. Th. Reschke betreut. Allen Beteiligten sei an dieser Stelle gedankt.

